

日本国特許庁

07.02.00

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J-KU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 2月 8日

REC'D 24 MAR 2000	
WIPO	PCT

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第029760号

出願人  
Applicant(s):

キヤノン株式会社

09/647953

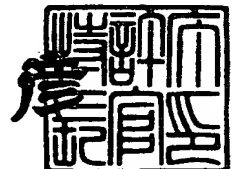
# PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 3月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3014027

【書類名】 特許願

【整理番号】 3669057

【提出日】 平成11年 2月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 1/30  
H01J 31/12  
H01J 9/02

【発明の名称】 電子放出素子、電子源、画像形成装置及びそれらの製造方法

【請求項の数】 11

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 吉岡 利文

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 三道 和宏

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 長谷川 光利

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 重岡 和也

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 三島 誠治

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096828

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 敬介

【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

【識別番号】 100059410

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊田 善雄

【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703710

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出素子、電子源、画像形成装置及びそれらの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に一对の素子電極を形成する工程と、

素子電極間に導電膜形成材料を含む溶液の液滴を吐出して、これらを連絡する導電性膜を形成する工程と、

導電性膜に電子放出部を形成する工程とを有しており、

液滴付与工程において、基板と液滴吐出口との距離を計測し、該計測情報に基づいて吐出補正を行うことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2】 液滴付与工程が、インクジェット方式の液滴付与装置により行われることを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 3】 インクジェット方式が、熱エネルギーによって溶液内に気泡を形成させて液滴として吐出させる方式であることを特徴とする請求項 2 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の方法で製造されたことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 5】 電子放出素子が、表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項 4 に記載の電子放出素子。

【請求項 6】 入力信号に応じて電子を放出する電子源であって、基体上に、請求項 4 又は 5 に記載の電子放出素子を複数配置したことを特徴とする電子源。

【請求項 7】 前記複数の電子放出素子が、マトリクス状に配線されていることを特徴とする請求項 6 に記載の電子源。

【請求項 8】 前記複数の電子放出素子が、梯子状に配線されていることを特徴とする請求項 6 に記載の電子源。

【請求項 9】 請求項 6 ～ 8 のいずれかに記載の電子源を製造する方法であって、複数の電子放出素子を請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の方法により製造することを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項 10】 入力信号に基づいて画像を形成する装置であって、少なく

とも、請求項6～8のいずれかに記載の電子源と、該電子源から放出される電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とを有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項11】 請求項10に記載の画像形成装置を製造する方法であって、電子源を請求項9に記載の方法により製造することを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子放出素子、該電子放出素子を多数個配置してなる電子源、該電子源を用いて構成した表示装置や露光装置等の画像形成装置、及びそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、電子放出素子には大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子の2種類が知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型（以下、「FE型」と称す。）、金属／絶縁層／金属型（以下、「MIM型」と称す。）や表面伝導型電子放出素子等が有る。

【0003】

FE型の例としては、W. P. Dyke and W. W. Dolan, "Field Emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956) あるいはC. A. Spindt, "Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) 等の開示されたものが知られている。

【0004】

MIM型の例としては、C. A. Mead, "Operation of Tunnel-Emission Devices", J. Appl.

Phys., 32, 646 (1961) 等に開示されたものが知られている。

【0005】

表面伝導型電子放出素子の例としては、M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290 (1965) 等に開示されたものがある。

【0006】

表面伝導型電子放出素子は、絶縁性基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。

【0007】

この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリンソン等による $\text{SnO}_2$  薄膜を用いたもの、Au 薄膜によるもの [G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)]、 $\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$  薄膜によるもの [M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの [荒木久 他: 真空、第26巻、第1号、22頁 (1983)] 等が報告されている。

【0008】

これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な例として、前述のM. ハートウェルの素子構成を図13に模式的に示す。同図において1は基板である。4は導電性膜で、H型形状のパターンに形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部5が形成される。尚、図中の素子電極間隔Lは、0.5~1mm、W' は、0.1mmで設定されている。

【0009】

これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に導電性膜4を予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部5を形成するのが一般的である。即ち、通電フォーミングとは、前記導電性膜4の両端に電圧を印加通電し、導電性膜4を局所的に破壊、変形もしくは変質させて構造を変化させ、電気的に高抵抗な状態の電子放出部5を形成する処理である。尚、電子放出部5では導電性膜4の一部に亀裂が発生しており、その亀裂付近から電子放出が

行われる。

【0 0 1 0】

上述の表面伝導型電子放出素子は、構造が単純であることから、大面積に互って多数素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を活かすための種々の応用が研究されている。例えば、荷電ビーム源、表示装置等の画像形成装置への利用が挙げられる。

【0 0 1 1】

従来、多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の表面伝導型電子放出素子の両端（両素子電極）を配線（共通配線とも呼ぶ）にて夫々結線した行を多数行配列（梯子型配置とも呼ぶ）した電子源が挙げられる（例えば、特開昭 6 4 - 3 1 3 3 2 号公報、特開平 1 - 2 8 3 7 4 9 号公報、同 2 - 2 5 7 5 5 2 号公報）。

【0 0 1 2】

また、特に表示装置においては、液晶を用いた表示装置と同様の平板型表示装置とすることが可能で、しかもバックライトが不要な自発光型の表示装置として、表面伝導型電子放出素子を多数配置した電子源と、この電子源からの電子線の照射により可視光を発光する蛍光体とを組み合わせた表示装置が提案されている（アメリカ特許第 5 0 6 6 8 8 3 号明細書）。

【0 0 1 3】

【発明が解決しようとする課題】

図 1 4 は、特開平 2 - 5 6 8 2 2 号公報に開示されている電子放出素子の構成を示す模式的斜視図である。図 1 4 において、1 は基板、2 および 3 は素子電極、4 は導電性膜、5 は電子放出部である。この電子放出素子の製造方法としては、様々な方法があるが、例えば基板 1 に一般的な真空蒸着技術や、フォトリソグラフィ技術により、素子電極 2, 3 を形成する。次いで、導電性膜 4 は分散塗布法によって形成する。その後、素子電極 2, 3 に電圧を印加し通電処理を施すことによって電子放出部 5 を形成する。

【0 0 1 4】

しかしながら、上記のような電子放出素子の製造方法は、半導体プロセスを主

とする方法であるため、工程数が多く、現行の技術では大面積に電子放出素子を形成することが困難であり、特殊かつ高価な製造装置を必要とし、生産コストが高いという問題があった。

【0015】

そこで本発明者等は、表面伝導型電子放出素子、これを有する電子源、画像形成装置、及びそれらの製造方法として、金属含有溶液を液滴の状態で基板上に吐出して素子電極及び導電性膜を形成し、その電子放出素子を絶縁基板上にマトリックス状に配列した電子源基板を検討している。

【0016】

図15は、従来の金属含有溶液を液滴状態で基板上に吐出して素子電極及び導電性膜を形成する方法を示す模式図である。図15において、基板ステージ8上に載置された基板1の上方に吐出ヘッド7が設置され、この吐出ヘッド7に設けられた吐出ノズルから金属含有溶液が液滴状態で吐出され、基板1上に付着する。その後、焼成等により素子電極および導電性膜を形成するものである。

【0017】

ここで、複数の電子放出素子を形成する実際の工程としては、ステージ側を固定してヘッド側をスキャンしながら連続的に吐出する方法、もしくはヘッド側を固定してステージ側をスキャンしながら連続的に吐出する方法、またはステージ側もしくはヘッド側の両方をスキャンしながら連続的に吐出する方法、のいずれかの方法が一般的に行われる。

【0018】

このとき、基板とヘッド（すなわち吐出口）との距離Dは予め設定されているが、実際の工程では基板のうねりや厚みムラ、ステージの平面度、駆動軸の直進性や平行度等による変動が存在する。

【0019】

特に、基板面積が大きくなると、これらの変動幅が大きくなり、又、製造タクトを上げるためにヘッド又はステージの移動速度を速くすることにより、変動の影響が大きくなってしまう。

【0020】



この方法において、基板と吐出口との距離Dの変動は、着液位置の変動を引き起こすため、抵抗値ばらつきや形状不良等による歩留まり低下を招くという問題があった。

【0021】

なお、図15は、基板の上方にヘッドを配置して上から吐出する方法であるが、逆にヘッドを基板の下方に配置して下から吐出する方法、あるいはヘッドを基板の斜め方向に配置して斜めから吐出する方法等においても、基板と吐出口との距離Dが変動するという点で同様である。

【0022】

本発明の目的は、上記問題に鑑み、大面積に均一に素子電極および導電性膜を低コストでかつ容易に形成して、均一な電子放出素子の新規な構成、並びにそれを用いた電子源、画像形成装置、およびそれらの製造方法を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成すべく成された本発明の構成は、以下の通りである。

【0024】

即ち、本発明の第一は、基板上に一对の素子電極を形成する工程と、素子電極間に導電膜形成材料を含む溶液の液滴を吐出して、これらを連絡する導電性膜を形成する工程と、導電性膜に電子放出部を形成する工程とを有しており、液滴付与工程において、基板と液滴吐出口との距離を計測し、該計測情報に基づいて吐出補正を行うことを特徴とする電子放出素子の製造方法にある。

【0025】

また、本発明の第二は、上記本発明の第一の方法により製造されることを特徴とする電子放出素子にある。

【0026】

また、本発明の第三は、入力信号に応じて電子を放出する電子源であって、基体上に、上記本発明の第二の電子放出素子を複数配置したことを特徴とする電子源にある。

【0027】

また、本発明の第四は、上記本発明の第三の電子源を製造する方法であって、複数個の電子放出素子を上記本発明の第一の方法により製造することを特徴とする電子源の製造方法にある。

【0028】

また、本発明の第五は、入力信号に基づいて画像を形成する装置であって、少なくとも、上記本発明の第三の電子源と、該電子源から放出される電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とを有することを特徴とする画像形成装置にある。

【0029】

さらに、本発明の第六は、上記本発明の第五の画像形成装置を製造する方法であって、電子源を上記本発明の第四の方法により製造することを特徴とする画像形成装置の製造方法にある。

【0030】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の好ましい実施態様を示す。

【0031】

図1は、本発明の平面型電子放出素子の一構成例を示す模式図であり、図1(a)は平面図、図1(b)はA-A'線断面図である。図1において、1は基板、2と3は電極(素子電極)、4は導電性膜、5は電子放出部、10は列方向電極、11は行方向電極である。

【0032】

基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させたガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により $\text{SiO}_2$ を積層した積層体、アルミナ等のセラミックス及びSi基板等を用いることができる。

【0033】

対向する素子電極2, 3の材料としては、一般的な導体材料を用いることができ、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属或は合金及びPd、Ag、Au、 $\text{RuO}_2$ 、Pd-Ag等の金属或は金属酸化

物とガラス等から構成される印刷導体、 $\text{In}_2\text{O}_3 - \text{SnO}_2$ 等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体導体材料等から適宜選択される。

## 【0034】

素子電極間隔 $L$ 、素子電極長さ $W$ 、導電性膜4の形状等は、応用される形態等を考慮して、設計される。素子電極間隔 $L$ は、好ましくは、数百nmから数百 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができ、より好ましくは、素子電極間に印加する電圧等を考慮して数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができる。素子電極長さ $W$ は、電極の抵抗値、電子放出特性を考慮して、数 $\mu\text{m}$ から数百 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができる。素子電極2、3の膜厚 $d$ は、数十nmから数 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができる。

## 【0035】

尚、図1に示した構成とは別に、基板1上に、導電性膜4、素子電極2、3の順に形成した構成とすることもできる。また、製法によっては、対向する素子電極2、3間の全てが電子放出部として機能する場合もある。

## 【0036】

導電性膜4を構成する材料としては、例えばPd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pb等の金属、PdO,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ , PbO,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 等の酸化物導電体、 $\text{HfB}_2$ ,  $\text{ZrB}_2$ ,  $\text{LaB}_6$ ,  $\text{CeB}_6$ ,  $\text{YB}_4$ ,  $\text{GdB}_4$ 等の硼化物、TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC等の炭化物、TiN, ZrN, HfN等の窒化物、Si, Ge等の半導体、カーボン等が挙げられる。

## 【0037】

導電性膜4の膜厚は、素子電極2、3へのステップカバレッジ、素子電極2、3間の抵抗値等を考慮して適宜設定されるが、通常は、数Å～数百nmの範囲とするのが好ましく、より好ましくは1nm～50nmの範囲とするのが良い。その抵抗値は、 $R_s$ が $10^2 \Omega/\square$ から $10^7 \Omega/\square$ の値であるのが好ましい。なお、 $R_s$ は、幅が $w$ で長さが1の薄膜の長さ方向に測定した抵抗 $R$ を、 $R = R_s (1/w)$ と置いたときに現れる値である。

## 【0038】

電子放出部 5 は、導電性膜 4 の一部に形成された高抵抗の亀裂により構成され、その内部には、数 Å から数十 nm の範囲の粒径の導電性微粒子が存在する場合もある。この導電性微粒子は、導電性膜 4 を構成する材料の元素の一部、あるいは全ての元素を含有するものとなる。また、電子放出部 5 及びその近傍の導電性膜 4 には、後述の活性化工程によって形成される炭素あるいは炭素化合物を有することもできる。

## 【0039】

ここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接あるいは重なり合った状態（島状も含む）の膜を示しており、微粒子の粒径は数 Å から数千 Å であり、好ましくは 10 Å から 200 Å である。

## 【0040】

本発明の電子放出素子の製造方法としては様々な方法があるが、その一例を図 2 に基づいて説明する。図 2 は、本発明の電子放出素子の製造方法に用いる液滴付与装置を示す模式図である。

## 【0041】

液滴付与装置としては、任意の液滴を形成できる装置であればどのような装置を用いても構わないが、特に十数 ng から数十 ng 程度の範囲での制御が可能で、且つ数十 ng 程度以上の微少量の液滴を容易に形成することができるインクジェット方式の装置を用いることが好ましい。

## 【0042】

液滴の材料としては、液滴が形成できる状態であればどのような状態でも構わないが、水、溶剤等に前述の金属等を分散・溶解した溶液、有機金属溶液等が挙げられる。

## 【0043】

図 2 において、基板ステージ 8 上の基板 1 の上方に吐出ヘッド 7 が設置され、ステージ 8（或いはヘッド 7）を移動させながら、該吐出ヘッドに設けられた吐出ノズルから金属含有溶液が液滴状態で吐出され、基板上に付着させる。

## 【0044】

ステージ 8（或いはヘッド 7）の移動速度は、目標タクトと基板サイズ、及び吐出性能等によって異なるが、 $1\text{ mm/sec} \sim 1000\text{ mm/sec}$  程度が好ましい。また、吐出口ー基板間距離  $D$  は、 $10\text{ }\mu\text{m} \sim 2\text{ mm}$  程度に設定され、小さい方が着液位置のばらつきが抑えられることが分かっているが、装置及び基板厚み等の精度から  $100\text{ }\mu\text{m} \sim 1000\text{ }\mu\text{m}$  程度が一般的である。

【0045】

本発明の電子放出素子の製造方法においては、吐出口ー基板間距離  $D$  の変動に対応するため、距離測定センサー 9 が吐出ヘッド 7 の横に設けられており、このセンサー 9 からの情報により吐出に補正をかけるものである。

【0046】

補正の方式としては、①  $D$  の変動情報に基づき、例えばピエゾ素子等を用いてスキャン中にヘッドを上下に動かすことで、 $D$  を一定に保ち着液位置を制御する方式、②  $D$  の変動情報に基づき、吐出のタイミングを変えることで、着液位置を制御する方式等が挙げられ、それ以外にも、③ ステージ側にチルト機能を持たせて  $D$  の測定値に応じてステージを傾ける方式もあるが、この方式は傾きが一次でない場合の補正に難点がある。

【0047】

また、吐出口ー基板間距離  $D$  の測定は、吐出直前或いは吐出と同時にに行ってもよいが、予め測定のみを行っておいてもよい。

【0048】

図 2 において、12 は液滴である。液滴 12 の速度（吐出速度）は、吐出条件や液の種類・粘度等によって異なるが、一般的には  $\text{数 mm/sec} \sim \text{数十 mm/sec}$  程度である。例えば、吐出速度が  $10\text{ mm/sec}$ 、ステージ速度が  $500\text{ mm/sec}$ 、 $D$  の変動が  $100\text{ }\mu\text{m}$  の場合、単純計算で着液位置は  $5\text{ }\mu\text{m}$  ずれることになる。

【0049】

1) まず、絶縁基板 1 を洗剤、純水及び有機溶剤等を用いて十分に洗浄し、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、例えばフォトリソグラフィ技術を用いて基板 1 上に素子電極 2 及び 3 を形成する。

【0050】

2) 次に、行方向配線 11、絶縁膜 6 ともう一方の素子電極と接続する列方向配線 10 を順次形成する。

【0051】

3) そして、この基板を上記の液滴付与装置のステージ 8 上に固定し、距離測定センサー 9 を用いて、基板全面において吐出口ー基板間距離 D を測定する。さらに、その測定データに基づき、着液位置を補正しながら、導電性膜 4 を形成する材料を含有する溶液の液滴 12 を付与し、300℃～400℃で焼成することにより導電性膜 4 を形成する。

【0052】

4) 次に、フォーミングと呼ばれる通電処理を施す。素子電極 2、3 間に通電を行うと、導電性膜 4 の部位に電子放出部 5 が形成される。

【0053】

通電フォーミングの電圧波形の例を図 3 に示す。

【0054】

電圧波形は、特にパルス波形が好ましい。これにはパルス波高値を定電圧としたパルスを連続的に印加する図 3 (a) に示した手法と、パルス波高値を増加させながらパルスを印加する図 3 (b) に示した手法がある。

【0055】

まず、パルス波高値を定電圧とした場合について図 3 (a) で説明する。図 3 (a) における  $T_1$  及び  $T_2$  は電圧波形のパルス幅とパルス間隔である。三角波の波高値（ピーク電圧）は、電子放出素子の形態に応じて適宜選択される。このような条件のもと、例えば、数秒から数十分間電圧を印加する。パルス波形は、三角波に限定されるものではなく、矩形波等の所望の波形を採用することができる。

【0056】

次に、パルス波高値を増加させながら電圧パルスを印加する場合について図 3 (b) で説明する。図 3 (b) における  $T_1$  及び  $T_2$  は、図 3 (a) に示したのと同様とすることができる。三角波の波高値（ピーク電圧）は、例えば 0.1 V

ステップ程度づつ、増加させることができる。

【0057】

通電フォーミング処理の終了は、パルス間隔  $T_2$  中に、導電性膜 4 を局所的に破壊、変形しない程度の電圧を印加し、電流を測定して検知することができる。例えば 0.1 V 程度の電圧印加により流れる電流を測定し、抵抗値を求めて、1 M $\Omega$  以上の抵抗を示した時、通電フォーミングを終了させる。

【0058】

フォーミング処理以降の電氣的処理は、例えば図 4 に示すような真空処理装置内で行うことができる。この真空処理装置は測定評価装置としての機能をも兼ね備えている。図 4 においても、図 1 に示した部位と同じ部位には図 1 に付した符号と同一の符号を付している。

【0059】

図 4 において、55 は真空容器であり、56 は排気ポンプである。真空容器 55 内には電子放出素子が配されている。また、51 は電子放出素子に素子電圧  $V_f$  を印加するための電源、50 は素子電極 2, 3 間を流れる素子電流  $I_f$  を測定するための電流計、54 は素子の電子放出部 5 より放出される放出電流  $I_e$  を捕捉するためのアノード電極、53 はアノード電極 54 に電圧を印加するための高圧電源、52 は電子放出部 5 より放出される放出電流  $I_e$  を測定するための電流計である。一例として、アノード電極 54 の電圧を 1 kV ~ 10 kV の範囲とし、アノード電極 54 と電子放出素子との距離  $H$  を 2 mm ~ 8 mm の範囲として測定を行うことができる。

【0060】

真空容器 55 内には、不図示の真空計等の真空雰囲気下での測定に必要な機器が設けられていて、所望の真空雰囲気下での測定評価を行えるようになっている。

【0061】

排気ポンプ 56 は、ターボポンプ、ロータリーポンプ等からなる通常の高真空装置系と、イオンポンプ等からなる超高真空装置系とにより構成されている。ここに示した電子放出素子基板を配した真空処理装置の全体は、不図示のヒーター

により加熱できる。

【0062】

5) 次に、フォーミングを終えた素子に活性化工程と呼ばれる処理を施す。

【0063】

活性化工程は、例えば、有機物質のガスを含有する雰囲気下で、通電フォーミングと同様に、素子電極2、3間にパルスの印加を繰り返すことで行うことができ、この処理により、素子電流  $I_f$ 、放出電流  $I_e$  が、著しく変化するようになる。

【0064】

活性化工程における有機物質のガスを含有する雰囲気は、例えば油拡散ポンプやロータリーポンプなどを用いて真空容器内を排気した場合に雰囲気内に残留する有機ガスを利用して形成することができる他、オイルを使用しないイオンポンプなどにより一旦十分に排気した真空中に適当な有機物質のガスを導入することによっても得られる。このときの好ましい有機物質のガス圧は、前述の素子の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため、場合に応じ適宜設定される。適当な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることが出来、具体的には、メタン、エタン、プロパンなど  $C_n H_{2n+2}$  で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレンなど  $C_n H_{2n}$  等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、トルエン、メタノール、エタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等が使用できる。

【0065】

この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、炭素あるいは炭素化合物が素子上に堆積し、素子電流  $I_f$ 、放出電流  $I_e$  が、著しく変化するようになる。

【0066】

炭素あるいは炭素化合物とは、例えばグラファイト（いわゆるHOPG、PG



、GCを包含するもので、HOPGはほぼ完全なグラファイト結晶構造、PGは結晶粒が20nm程度で結晶構造がやや乱れたもの、GCは結晶粒が2nm程度になり結晶構造の乱れがさらに大きくなったものを指す。）、非晶質カーボン（アモルファスカーボン及び、アモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す。）であり、その膜厚は、50nm以下の範囲とするのが好ましく、30nm以下の範囲とすることがより好ましい。

## 【0067】

活性化工程の終了判定は、素子電流 $I_f$ と放出電流 $I_e$ を測定しながら、適宜行うことができる。

## 【0068】

6)このような工程を経て得られた電子放出素子は、安定化工程を行うことが好ましい。この工程は、活性化処理した真空度より高い真空度の真空雰囲気にし、駆動する工程である。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが素子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的には、ソープションポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることが出来る。

## 【0069】

真空容器内の有機成分の分圧は、上記炭素あるいは炭素化合物がほぼ新たに堆積しない分圧で $10^{-6}$ Pa以下が好ましく、さらには $10^{-8}$ Pa以下が特に好ましい。さらに真空容器内を排気するときには、真空容器全体を加熱して、真空容器内壁や、電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくするのが好ましい。このときの加熱条件は、80～250℃好ましくは150℃以上で、できるだけ長時間処理するのが望ましいが、特にこの条件に限るものではなく、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により適宜選ばれる条件により行う。真空容器内の圧力は極力低くすることが必要で、 $10^{-5}$ Pa以下が好ましく、さらには $10^{-6}$ Pa以下が特に好ましい。

## 【0070】

安定化工程を行った後の、駆動時の雰囲気は、上記安定化処理終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去され

ていれば、圧力自体は多少上昇しても十分安定な特性を維持することが出来る。このような真空雰囲気を採用することにより、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑制でき、結果として素子電流  $I_f$ 、放出電流  $I_e$  が、安定する。

【0071】

上述した工程を経て得られた本発明の電子放出素子の基本特性について、図5を参照しながら説明する。

【0072】

図5は、図4に示した真空処理装置を用いて測定された放出電流  $I_e$  及び素子電流  $I_f$  と、素子電圧  $V_f$  との関係を模式的に示した図である。図5においては、放出電流  $I_e$  が素子電流  $I_f$  に比べて著しく小さいので、任意単位で示している。尚、縦・横軸ともリニアスケールである。

【0073】

図5からも明らかなように、本発明の電子放出素子は、放出電流  $I_e$  に関して次の3つの特徴的性質を有する。

【0074】

即ち、第1に、本素子はある電圧（閾値電圧と呼ぶ；図5中の  $V_{th}$ ）以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流  $I_e$  が増加し、一方閾値電圧  $V_{th}$  以下では放出電流  $I_e$  が殆ど検出されない。つまり、放出電流  $I_e$  に対する明確な閾値電圧  $V_{th}$  を持った非線形素子である。

【0075】

第2に、放出電流  $I_e$  が素子電圧  $V_f$  に単調増加依存するため、放出電流  $I_e$  は素子電圧  $V_f$  で制御できる。

【0076】

第3に、アノード電極54（図4参照）に捕捉される放出電荷は、素子電圧  $V_f$  を印加する時間に依存する。つまり、アノード電極54に捕捉される電荷量は、素子電圧  $V_f$  を印加する時間により制御できる。

【0077】

以上の説明より理解されるように、本発明の電子放出素子は、入力信号に応じて、電子放出特性を容易に制御できることになる。この性質を利用すると複数の

電子放出素子を配して構成した電子源、画像形成装置等、多方面への応用が可能となる。

【0078】

図5においては、素子電流  $I_f$  が素子電圧  $V_f$  に対して単調増加する (MI特性) 例を示したが、素子電流  $I_f$  が素子電圧  $V_f$  に対して電圧制御型負性抵抗特性 (VCNR特性) を示す場合もある (不図示)。これらの特性は、前述の工程を制御することで制御できる。

【0079】

次に、本発明の電子放出素子の応用例について以下に述べる。本発明の電子放出素子を複数個基板上に配列し、例えば電子源や画像形成装置が構成できる。

【0080】

電子放出素子の配列については、種々のものが採用できる。一例として、並列に配置した多数の電子放出素子の個々を両端で接続し、電子放出素子の行を多数個配し (行方向と呼ぶ)、この配線と直交する方向 (列方向と呼ぶ) で、該電子放出素子の上方に配した制御電極 (グリッドとも呼ぶ) により、電子放出素子からの電子を制御駆動する梯子状配置のものがある。これとは別に、電子放出素子をX方向及びY方向に行列状に複数個配し、同じ行に配された複数の電子放出素子の電極の一方を、X方向の配線に共通に接続し、同じ列に配された複数の電子放出素子の電極の他方を、Y方向の配線に共通に接続するものが挙げられる。このようなものは所謂単純マトリクス配置である。まず単純マトリクス配置について以下に詳述する。

【0081】

本発明の電子放出素子については、前述した通り3つの特性がある。即ち、表面伝導型電子放出素子からの放出電子は、閾値電圧以上では、対向する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値と幅で制御できる。一方、閾値電圧以下では、殆ど放出されない。この特性によれば、多数の電子放出素子を配置した場合においても、個々の素子にパルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて、表面伝導型電子放出素子を選択して電子放出量を制御できる。

【0082】

以下この原理に基づき、本発明の電子放出素子を複数配して得られる電子源基板について、図6を用いて説明する。図6において、71は電子源基板、72はX方向配線、73はY方向配線である。74は電子放出素子、75は結線である。

【0083】

m本のX方向配線72は、 $D_{x1}$ ,  $D_{x2}$ , …… ,  $D_{xm}$  からなり、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、幅は適宜設計される。Y方向配線73は、 $D_{y1}$ ,  $D_{y2}$  ……  $D_{yn}$  のn本の配線よりなり、X方向配線72と同様に形成される。これらm本のX方向配線72とn本のY方向配線73との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電氣的に分離している（m, nは、共に正の整数）。

【0084】

不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された $SiO_2$ 等で構成される。例えば、X方向配線72を形成した基板71の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、X方向配線72とY方向配線73の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。X方向配線72とY方向配線73は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0085】

電子放出素子74を構成する一対の素子電極（不図示）は、それぞれm本のX方向配線72とn本のY方向配線73に、導電性金属等からなる結線75によって電氣的に接続されている。

【0086】

配線72と配線73を構成する材料、結線75を構成する材料及び一対の素子電極を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、また夫々異なってもよい。これらの材料は、例えば前述の素子電極の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線は素子電極ということもできる。

【0087】

X方向配線72には、X方向に配列した電子放出素子74の行を選択するため

の走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、Y方向配線73には、Y方向に配列した電子放出素子74の各列を入力信号に応じて変調するための、不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。

#### 【0088】

上記構成においては、単純なマトリクス配線を用いて、個別の素子を選択し、独立に駆動可能とすることができる。

#### 【0089】

このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図7と図8及び図9を用いて説明する。図7は、画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図であり、図8は、図7の画像形成装置に使用される蛍光膜の模式図である。図9は、NTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図である。

#### 【0090】

図7において、71は電子放出素子を複数配した電子源基板、81は電子源基板71を固定したリアプレート、86はガラス基板83の内面に蛍光膜84とメタルバック85等が形成されたフェースプレートである。82は支持枠であり、該支持枠82には、リアプレート81、フェースプレート86がフリットガラス等を用いて接続されている。88は外囲器であり、例えば大気中あるいは窒素中で、400～500℃の温度範囲で10分以上焼成することで、封着して構成される。

#### 【0091】

74は、図1に示したような電子放出素子である。72、73は、表面伝導型電子放出素子の一对の素子電極と接続されたX方向配線及びY方向配線ある。

#### 【0092】

外囲器88は、上述の如く、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81で構成される。リアプレート81は主に基板71の強度を補強する目的で設けられるため、基板71自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート8

1は不要とすることができる。即ち、基板71に直接支持枠82を封着し、フェースプレート86、支持枠82及び基板71で外囲器88を構成してもよい。一方、フェースプレート86とリアプレート81の間に、スペーサーと呼ばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器88を構成することもできる。

## 【0093】

図8は、蛍光膜を示す模式図である。蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体のみで構成することができる。カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列により、ブラックストライプ（図8（a））あるいはブラックマトリクス（図8（b））等と呼ばれる黒色導電材91と蛍光体92とから構成することができる。ブラックストライプ、ブラックマトリクスを設ける目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体92間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜84における外光反射によるコントラストの低下を抑制することにある。黒色導電材91の材料としては、通常用いられている黒鉛を主成分とする材料の他、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料を用いることができる。

## 【0094】

ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法は、モノクローム、カラーによらず、沈澱法や印刷法等が採用できる。蛍光膜84の内面側には、通常メタルバック85が設けられる。メタルバックを設ける目的は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート86側へ鏡面反射することにより輝度を向上させること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させること、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージから蛍光体を保護すること等である。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常、「フィリング」と呼ばれる。）を行い、その後A1を真空蒸着等を用いて堆積させることで作製できる。

## 【0095】

フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外面側に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【0096】

前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させる必要があり、十分な位置合わせが不可欠となる。

【0097】

図7に示した画像形成装置は、例えば以下のようにして製造される。

【0098】

外囲器88内は、適宜加熱しなから、イオンポンプ、ソーブションポンプ等のオイルを使用しない排気装置により不図示の排気管を通じて排気し、 $10^{-5}$ Pa程度の真空度の有機物質の十分に少ない雰囲気にした後、封止が成される。外囲器88の封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行うこともできる。

【0099】

これは、外囲器88の封止を行う直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱により、外囲器88内の所定の位置に配置されたゲッター（不図示）を加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常Ba等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、例えば $1 \times 10^{-5}$ Pa以上の真空度を維持するものである。ここで、電子放出素子のフォーミング処理以降の工程は適宜設定できる。

【0100】

次に、単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した表示パネルに、NTSC方式のテレビ信号に基づいたテレビジョン表示を行う為の駆動回路の構成例について、図9を用いて説明する。図9において、101は画像表示パネル、102は走査回路、103は制御回路、104はシフトレジスタ、105はラインメモリ、106は同期信号分離回路、107は変調信号発生器、Vx及びVaは直流電圧源である。

【0101】

表示パネル101は、端子 $D_{ox1}$ 乃至 $D_{oxm}$ 、端子 $D_{oy1}$ 乃至 $D_{oy n}$ 及び高圧端子87を介して外部の電気回路と接続している。端子 $D_{ox1}$ 乃至 $D_{oxm}$ には、表示パネル101内に設けられている電子源、即ち、m行n列の行列状にマトリクス配線された電子放出素子群を1行（n素子）づつ順次駆動する為の走査信号

が印加される。端子  $D_{oy1}$  乃至  $D_{oyn}$  には、前記走査信号により選択された 1 行の電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。高圧端子 87 には、直流電圧源  $V_a$  より、例えば 10 kV の直流電圧が供給されるが、これは電子放出素子から放出される電子ビームに、蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為の加速電圧である。

## 【0102】

走査回路 102 について説明する。同回路は、内部に  $m$  個のスイッチング素子（図中、 $S_1$  乃至  $S_m$  で模式的に示している）を備えたものである。各スイッチング素子は、直流電圧電源  $V_x$  の出力電圧もしくは 0 [V]（グラウンドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル 101 の端子  $D_{ox1}$  乃至  $D_{oxm}$  と電氣的に接続される。各スイッチング素子  $S_1$  乃至  $S_m$  は、制御回路 103 が出力する制御信号  $T_{scan}$  に基づいて動作するものであり、例えば FET のようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することができる。

## 【0103】

直流電圧源  $V_x$  は、本例の場合には電子放出素子の特性（電子放出閾値電圧）に基づき、走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出閾値電圧以下となるような一定電圧を出力するよう設定されている。

## 【0104】

制御回路 103 は、外部より入力される画像信号に基づいて適切な表示が行われるように、各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路 103 は、同期信号分離回路 106 より送られる同期信号  $T_{sync}$  に基づいて、各部に対して  $T_{scan}$ 、 $T_{sft}$  及び  $T_{mry}$  の各制御信号を発生する。

## 【0105】

同期信号分離回路 106 は、外部から入力される NTSC 方式のテレビ信号から、同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路で、一般的な周波数分離（フィルター）回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路 106 により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上  $T_{sync}$  信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は、便宜上 DATA 信号と表した。この DATA 信号は、シフトレジスタ



104に入力される。

# 【0106】

シフトレジスタ104は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので、前記制御回路103より送られる制御信号 $T_{sft}$ に基づいて動作する（即ち、制御信号 $T_{sft}$ は、シフトレジスタ104のシフトクロックであると言い換えてもよい。）。

# 【0107】

シリアル/パラレル変換された画像1ライン分のデータ（電子放出素子 $n$ 素子分の駆動データに相当）は、 $I_{d1}$ 乃至 $I_{dn}$ の $n$ 個の並列信号として前記シフトレジスタ104より出力される。

# 【0108】

ラインメモリ105は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路103より送られる制御信号 $T_{mry}$ に従って適宜 $I_{d1}$ 乃至 $I_{dn}$ の内容を記憶する。記憶された内容は、 $I_{d'1}$ 乃至 $I_{d'n}$ として出力され、変調信号発生器107に入力される。

# 【0109】

変調信号発生器107は、画像データ $I_{d'1}$ 乃至 $I_{d'n}$ の各々に応じて、電子放出素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源であり、その出力信号は、端子 $D_{oy1}$ 乃至 $D_{oyn}$ を通じて表示パネル101内の電子放出素子に印加される。

# 【0110】

前述したように、本発明の電子放出素子は放出電流 $I_e$ に関して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確な閾値電圧 $V_{th}$ があり、 $V_{th}$ 以上の電圧が印加された時のみ電子放出が生じる。電子放出閾値以上の電圧に対しては、素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値電圧以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値電圧以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値 $V_m$ を変化させることにより、出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅 $P_w$ を変化させることにより、出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能で

ある。

【0111】

従って、入力信号に応じて電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式とパルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107としては、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの波高値を変調できるような電圧変調方式の回路を用いることができる。パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0112】

シフトレジスタ104やラインメモリ105は、デジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでも採用できる。画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行なわれれば良いからである。

【0113】

デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路106の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これには同期信号分離回路106の出力部にA/D変換器を設ければ良い。これに関連してラインメモリ105の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器107に用いられる回路が若干異なったものとなる。即ち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えばD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路等を付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えば高速の発振器及び発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0114】

アナログ信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器107には、例え

ばオペアンプ等を用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてレベルシフト回路等を付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば電圧制御型発振回路（VCO）を採用でき、必要に応じて電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

#### 【0115】

このような構成をとり得る本発明の画像形成装置においては、各電子放出素子に、容器外端子  $D_{ox1}$  乃至  $D_{oxm}$ 、 $D_{oy1}$  乃至  $D_{oyn}$  を介して電圧を印加することにより、電子放出が生じる。高压端子 87 を介してメタルバック 85 あるいは透明電極（不図示）に高压を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜 84 に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

#### 【0116】

ここで述べた画像形成装置の構成は、本発明の画像形成装置の一例であり、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については NTSC 方式を挙げたが、入力信号はこれに限られるものではなく、PAL、SECAM 方式等の他、これらよりも多数の走査線からなる TV 信号（例えば、MUSE 方式をはじめとする高品位 TV）方式をも採用できる。

#### 【0117】

次に、前述の梯子型配置の電子源及び画像形成装置について、図 10 及び図 11 を用いて説明する。

#### 【0118】

図 10 は、梯子型配置の電子源の一例を示す模式図である。図 10 において、110 は電子源基板、111 は電子放出素子である。112 は、電子放出素子 111 を接続するための共通配線  $D_{x1} \sim D_{x10}$  であり、これらは外部端子として引き出されている。電子放出素子 111 は、基板 110 上に、X 方向に並列に複数個配置されている（これを素子行と呼ぶ）。この素子行が複数個配置されて、電子源を構成している。各素子行の共通配線間に駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。即ち、電子ビームを放出させたい素子行には、電子放出閾値以上の電圧を印加し、電子ビームを放出させたくない素子行には、電子放出閾値以下の電圧を印加する。各素子行間に位置する共通配線  $D_{x2}$

～ $D_{x9}$ は、例えば $D_{x2}$ と $D_{x3}$ 、 $D_{x4}$ と $D_{x5}$ 、 $D_{x6}$ と $D_{x7}$ 、 $D_{x8}$ と $D_{x9}$ とを夫々一体の同一配線とすることもできる。

#### 【0119】

図11は、梯子型配置の電子源を備えた画像形成装置におけるパネル構造の一例を示す模式図である。120はグリッド電極、121は電子が通過するための開口、 $D_{ox1}$ 乃至 $D_{oxm}$ は容器外端子、 $G_1$ 乃至 $G_n$ はグリッド電極120と接続された容器外端子である。110は各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。図11においては、図7、図10に示した部位と同じ部位には、これらの図に付したのと同じ符号を付している。ここに示した画像形成装置と、図7に示した単純マトリクス配置の画像形成装置との大きな違いは、電子源基板110とフェースプレート86の間にグリッド電極120を備えているかどうかである。

#### 【0120】

図11においては、基板110とフェースプレート86の間には、グリッド電極120が設けられている。グリッド電極120は、電子放出素子111から放出された電子ビームを変調するためのものであり、梯子型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して1個ずつ円形の開口121が設けられている。グリッド電極の形状や配置位置は、図11に示したものに限定されるものではない。例えば、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもでき、グリッド電極を電子放出素子の周囲や近傍に設けることもできる。

#### 【0121】

容器外端子 $D_{ox1}$ 乃至 $D_{oxm}$ 及びグリッド容器外端子 $G_1$ 乃至 $G_n$ は、不図示の制御回路と電氣的に接続されている。

#### 【0122】

本例の画像形成装置では、素子行を1列ずつ順次駆動（走査）して行くのと同期してグリッド電極列に画像1ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を1ラインずつ表示することができる。

【0 1 2 3】

以上説明した本発明の画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピューター等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンターとしての画像形成装置等としても用いることができる。

【0 1 2 4】

【実施例】

以下に、具体的な実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、本発明の目的が達成される範囲内での各要素の置換や設計変更がなされたものをも包含する。

【0 1 2 5】

【実施例 1】

本実施例に係る電子放出素子の基本的な構成は、図 1 と同様である。また、本実施例における電子放出素子の製造方法は、基本的には図 2 と同様である。

【0 1 2 6】

マトリクス状に配線および素子電極を形成した基板を用い、多数の表面伝導型電子放出素子を有する電子源基板を作製した。

【0 1 2 7】

以下に、図 1 及び図 2 を参照しながら説明する。

【0 1 2 8】

工程 - a

絶縁基板 1 として  $900 \times 600$  (mm) の青板ガラス基板を用い、これを有機溶剤等により十分に洗浄後、 $120^{\circ}\text{C}$  で乾燥させた。該基板 1 上に真空成膜技術およびフォトリソグラフィ技術を用いて Pt からなる素子電極 2、3 を形成した。このときの Pt の厚みは  $200 \text{ \AA}$ 、素子電極 2、3 間の距離は  $20 \mu\text{m}$  とした。

【0 1 2 9】

工程 - b

次に真空成膜技術およびフォトリソグラフィ技術を用いて、Ni からなる行方向配線 1 1 を形成した。配線 1 1 の幅は  $300 \mu\text{m}$ 、その厚さは  $500 \text{ \AA}$  とした。

。さらに、真空成膜技術とフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて、絶縁膜 6 を列方向配線 11 上に形成した。絶縁膜 6 の厚さは 5000 Å とした。そして、真空成膜技術およびフォトリソグラフィ技術を用いて、Au からなる列方向配線 10 を形成した。配線 10 の幅は 200 μm、その厚さは 5000 Å とした。

## 【0130】

## 工程 - c

該基板を本発明における液滴付与装置のステージ 8 に吸着し、距離測定センサー 9 を用いて、基板全面において吐出口ー基板間距離 D を測定したところ、基板全面での吐出口ー基板間距離 D の変動は 200 μm であった。

## 【0131】

## 工程 - d

吐出口ー基板間距離 D の基本値を 300 μm に設定し、基板全面における変動値をヘッド部に取り付けたピエゾ素子によってヘッド 7 を上下に動かして D を一定に保ちながら、導電性膜 4 を形成する材料を含有する溶液の液滴 12 を付与した。

## 【0132】

溶液としては、有機パラジウム含有溶液（酢酸 Pd-モノエタノールアミン錯体 0.4 wt%、イソプロピルアルコール 20%、エチレングリコール 1.0%、ポリビニルアルコール 0.05% の水溶液）を使用した。

## 【0133】

このときのステージ 8 のスキャンスピードは 500 mm/sec とした。液滴の吐出速度は、約 10 m/sec だった。

## 【0134】

## 工程 - e

さらに、300℃で10分間の加熱処理を行って、膜厚 100 Å の酸化パラジウム (PdO) 微粒子からなる導電性膜 4 を形成した。

## 【0135】

## 工程 - f

そして、素子電極 2, 3 の間に電圧を印加し、導電性膜 4 を通電処理（通電フォーミング）することにより、電子放出部 5 を形成した。

【0136】

工程-g

こうして作製された電子源基板を用いて、図 7 に示すようにフェースプレート 86、支持枠 82 およびリアプレート 81 で外囲器 88 を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図 9 に示すような NTSC 方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。

【0137】

本実施例の製造方法により作製した電子放出素子は、導電性膜の着液位置精度が優れているため、フォーミング前の素子電極 2, 3 間の導電性膜の形状及び抵抗値のばらつきが小さい。

【0138】

このため、導電性膜に均一に電流が流れ、亀裂が一様に形成され、また電子放出素子にも均一に電流が流れ素子特性のばらつきは少なく、良好な画像形成装置を歩留まりよく得ることができた。

【0139】

〔実施例 2〕

実施例 2 では、吐出口-基板間距離 D の基本値を  $50 \mu\text{m}$  に設定した以外は、実施例 1 と同様の方法で行った。

【0140】

ヘッド 7 を上下することで D を一定に保てるので、吐出口を基板に極力近づけることが可能になる。このため、着液精度が更に高くなり、実施例 1 よりも更に均一な素子特性を持つ、良好な画像形成装置を歩留まりよく得ることができた。

【0141】

〔実施例 3〕

実施例 1 と同様の方法で、吐出口-基板間距離の変動の補正方式を、D の変動情報に基づき、吐出のタイミングを変えることで着液位置を制御した。

【0142】

その後、実施例 1 と同じ手法にて電子源基板を作製し、フェースプレート 86 支持枠 82 およびリアプレート 81 で外囲器 88 を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図 7 に示すような N T S C 方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。

【0143】

その結果、実施例 1 と同様に、均一な素子電極を作製することができ、良好な画像形成装置を得ることができた。

【0144】

〔実施例 4〕

実施例 4 では、マトリクス状に配線された基板（図 1（a））をスクリーン印刷法で形成した以外は、実施例 1 と同様に表面伝導型電子放出素子を作製して電子源基板を得た。得られた電子源基板を用いて、実施例 1 と同様の方法でフェースプレート 86、支持枠 82 およびリアプレート 81 で外囲器 88 を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図 9 に示すような N T S C 方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。

【0145】

その結果、実施例 1 と同様に、良好な画像形成装置を得ることができた。

【0146】

〔実施例 5〕

図 12 は、本発明の電子放出素子を有する電子源基板の他の製造方法を示す図である。図 12（a）は平面図、図 12（b）は A-A' 線断面図である。

【0147】

図 12 において、以下の製造方法により、導電性膜 4 の他に素子電極 2、3 を作製した。

【0148】

工程-a

絶縁基板 1 として 900×600（mm）の青板ガラス基板を用い、これを有機溶剤等により十分に洗浄後、120℃で乾燥させた。該基板 1 上にスクリーン



印刷法を用いてNiからなる行方向配線11を形成した。配線11の幅は300  $\mu\text{m}$ 、その厚さは500 Åとした。さらに、厚さ5000 Åの絶縁膜6を行方向配線11上に形成した後、同様にAuからなる列方向配線10を形成した。配線10の幅は200  $\mu\text{m}$ 、その厚さは5000 Åとした。

【0149】

#### 工程-b

該基板を本発明における液滴付与装置のステージ8に吸着し、距離測定センサー9を用いて、基板全面において吐出口-基板間距離Dを測定したところ、基板全面での吐出口-基板間距離Dの変動は200  $\mu\text{m}$ あった。

【0150】

#### 工程-c

吐出口-基板間距離Dの基本値を300  $\mu\text{m}$ に設定し、基板全面での変動値をヘッド7に取り付けたピエゾ素子によってヘッド7を上下に動かしてDを一定に保ちながら、導電性膜4を形成する材料を含有する溶液の液滴12を付与した。

【0151】

溶液としては、有機パラジウム含有溶液（酢酸Pd-モノエタノールアミン錯体0.4 wt%、イソプロピルアルコール20%、エチレングリコール1.0%、ポリビニルアルコール0.05%の水溶液）を使用した。

【0152】

このときのステージ8のスキャンスピードは500 mm/secとした。液滴の吐出速度は、約10 mm/secであった。

【0153】

#### 工程-d

さらに100℃で5分間の加熱処理を行った。

【0154】

#### 工程-e

次に、同様に吐出口-基板間距離Dの基本値を300  $\mu\text{m}$ に設定し、基板全面での変動値をヘッド部に取り付けたピエゾ素子によってヘッド7を上下に動かしてDを一定に保ちながら、該基板上に有機白金含有溶液（酢酸白金-モノエタノールアミン錯体0.4 wt%、イソプロピルアルコール20%、エチレングリコール1.0%、ポリビニルアルコール0.05%の水溶液）を使用した。

ールアミン錯体 0.4 wt%、イソプロピルアルコール 20%、水 80%) を用い、素子電極 2 を列方向配線 11 に接続するように形成した後、続いて、この素子電極 2 から  $120\ \mu\text{m}$  ずらした位置に行方向配線 10 と接続するように素子電極 3 を形成した。

【0155】

## 工程-f

さらに、 $300^\circ\text{C}$  で 10 分間の加熱処理を行って、膜厚  $100\ \text{\AA}$  の酸化パラジウム ( $\text{PdO}$ ) 微粒子からなる導電性膜 4、及び Pt からなる素子電極 2、3 を形成した。素子電極 2、3 はギャップ間隔  $L$  を  $20\ \mu\text{m}$ 、素子電極の幅  $W$  を  $310\ \mu\text{m}$ 、その厚さを  $300\ \text{\AA}$  に制御した。

【0156】

## 工程-g

そして、素子電極 2、3 の間に電圧を印加し、導電性膜 4 を通電処理 (通電フォーミング) することにより、電子放出部 5 を形成した。

【0157】

こうして作製された電子源基板を用いて、図 7 に示すようにフェースプレート 86、支持枠 82 およびリアプレート 81 で外囲器 88 を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図 9 に示すような NTSC 方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。

【0158】

その結果、実施例 1 と同様の良好な画像形成装置を得ることができた。

【0159】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、少なくとも導電性膜形成材料を含む溶液で構成される液滴を吐出して基板に付与する工程を有しており、この液滴付与工程において、少なくとも基板と吐出口との距離情報に基づいて吐出補正を行っているため、基板やステージ、駆動軸等に起因する吐出口-基板間距離の変動を吸収することができる。

【0160】

また、吐出口－基板間距離を極力小さくすることができるので、着液精度を向上させることができ、さらにステージの移動速度を速くすることができるため、製造タクトが向上する。

【0161】

これらにより、大面積基板の全面において、良好な素子特性を有する電子源基板を歩留まり良く、かつ低コストで作製することが可能となる。

【0162】

更に、かかる電子源を用いた画像形成装置においては、低電流で明るい高品位な画像形成装置、例えばカラーフラットテレビが実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図2】

本発明の電子放出素子の製造方法を説明するための図である。

【図3】

本発明の電子放出素子の製造に際して採用できる通電処理における電圧波形の一例を示す模式図である。

【図4】

本発明の電子放出素子の製造に用いることのできる真空処理装置（測定評価装置）の一例を示す概略構成図である。

【図5】

本発明の電子放出素子の電子放出特性を示す図である。

【図6】

本発明の単純マトリクス配置の電子源の一例を示す模式図である。

【図7】

本発明の画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【図8】

表示パネルにおける蛍光膜の一例を示す模式図である。

【図9】

本発明の画像形成装置にNTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【図10】

本発明の梯子型配置の電子源の一例を示す模式図である。

【図11】

本発明の画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【図12】

本発明の電子放出素子を有する電子源基板の他の製造方法を示す図である。

【図13】

従来の表面伝導型電子放出素子の一例の模式図である。

【図14】

従来の表面伝導型電子放出素子の別の例の模式図である。

【図15】

従来の電子放出素子の製造方法を説明するための図である。

【符号の説明】

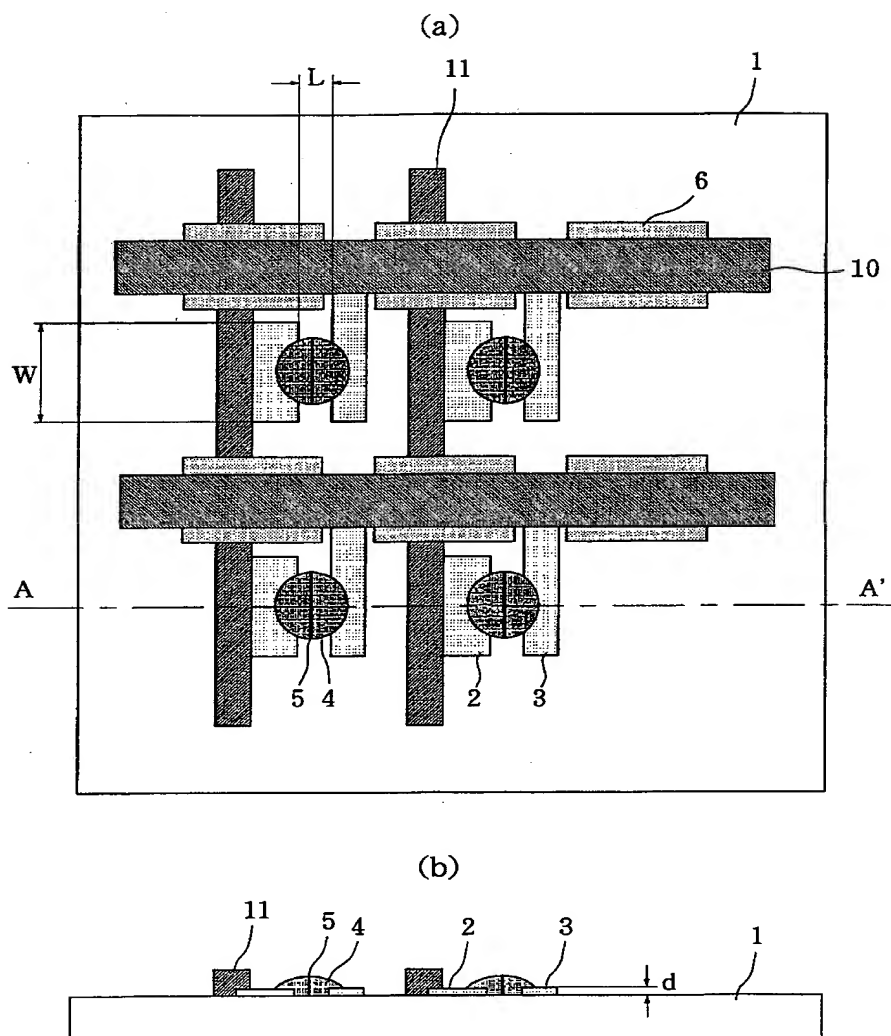
- 1 基板
- 2, 3 素子電極
- 4 導電性膜
- 5 電子放出部
- 6 絶縁膜
- 50 素子電流  $I_f$  を測定するための電流計
- 51 電子放出素子に素子電圧  $V_f$  を印加するための電源
- 52 電子放出部5より放出される放出電流  $I_e$  を測定するための電流計
- 53 アノード電極54に電圧を印加するための高圧電源
- 54 電子放出部5より放出される電子を捕捉するためのアノード電極
- 55 真空容器
- 56 排気ポンプ
- 71 電子源基板
- 72 X方向配線

- 73 Y方向配線
- 74 電子放出素子
- 75 結線
- 81 リアプレート
- 82 支持枠
- 83 ガラス基板
- 84 蛍光膜
- 85 メタルバック
- 86 フェースプレート
- 87 高圧端子
- 88 外囲器
- 91 黒色導電材
- 92 蛍光体
- 101 表示パネル
- 102 走査回路
- 103 制御回路
- 104 シフトレジスタ
- 105 ラインメモリ
- 106 同期信号分離回路
- 107 変調信号発生器
- V<sub>x</sub>, V<sub>a</sub> 直流電圧源
- 110 電子源基板
- 111 電子放出素子
- 112 電子放出素子を配線するための共通配線
- 120 グリッド電極
- 121 電子が通過するための開口

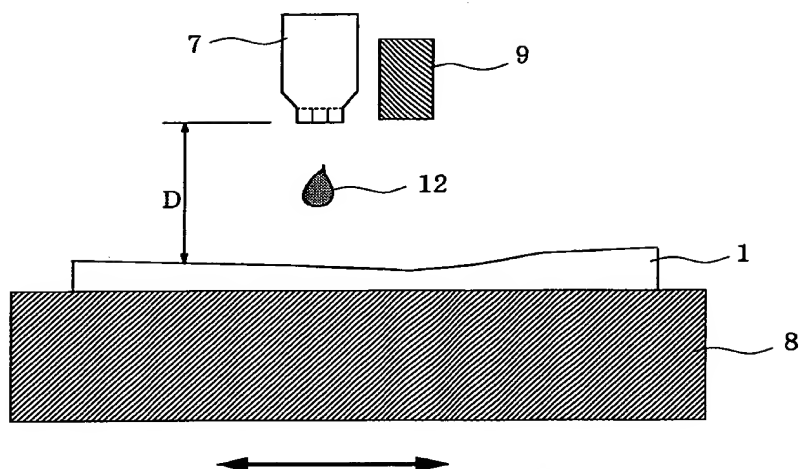
【書類名】

図面

【図 1】

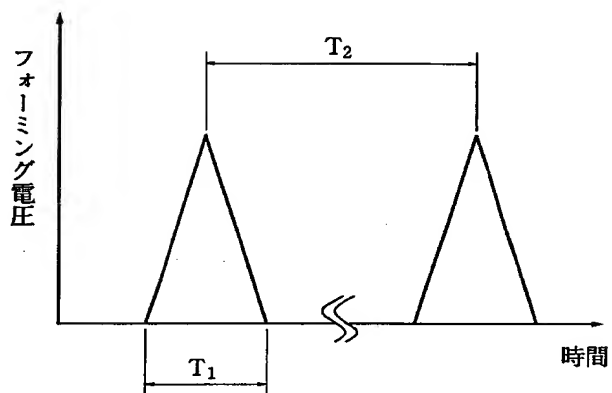


【図 2】

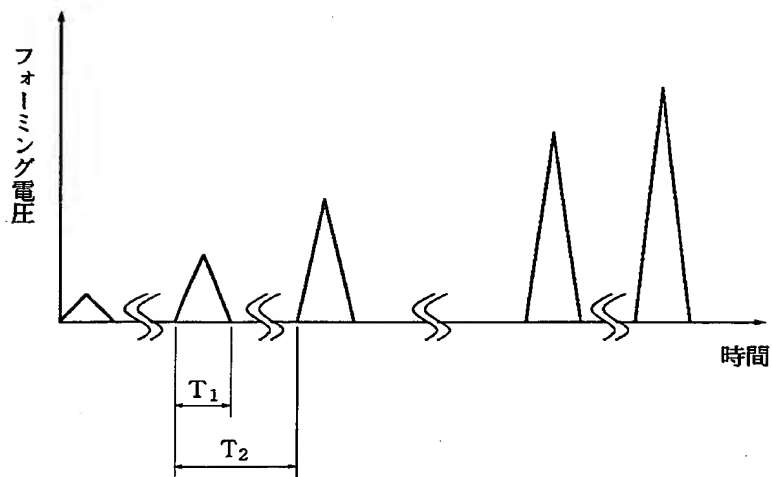


【図 3】

(a)

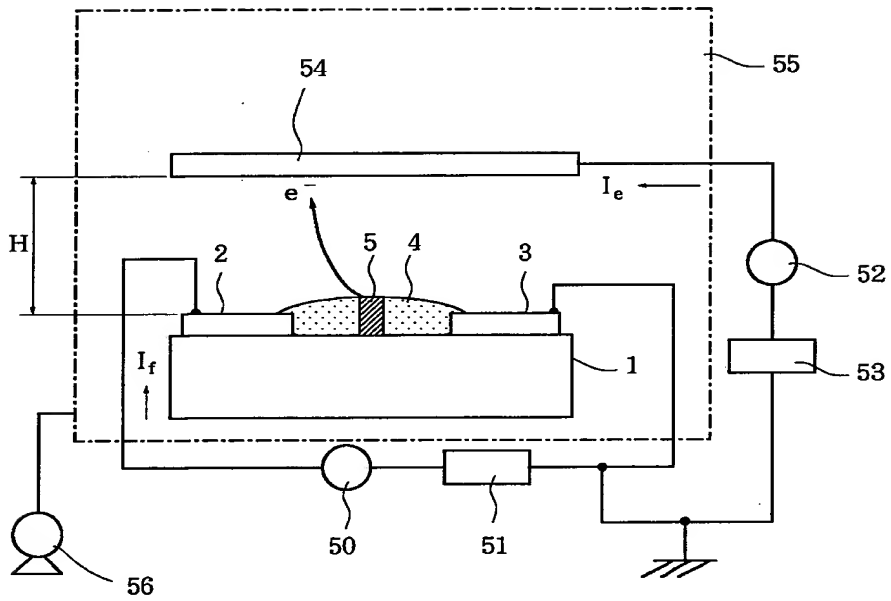


(b)

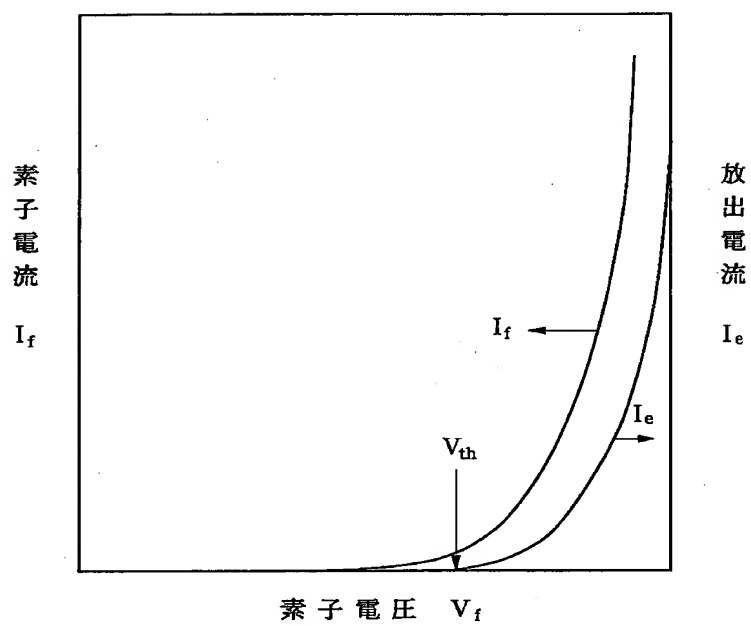




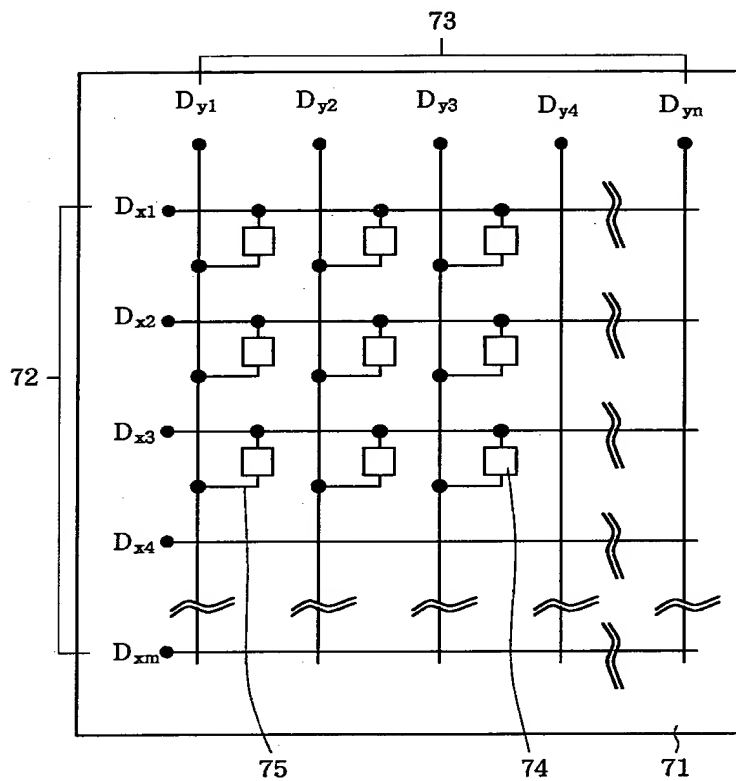
【図 4】



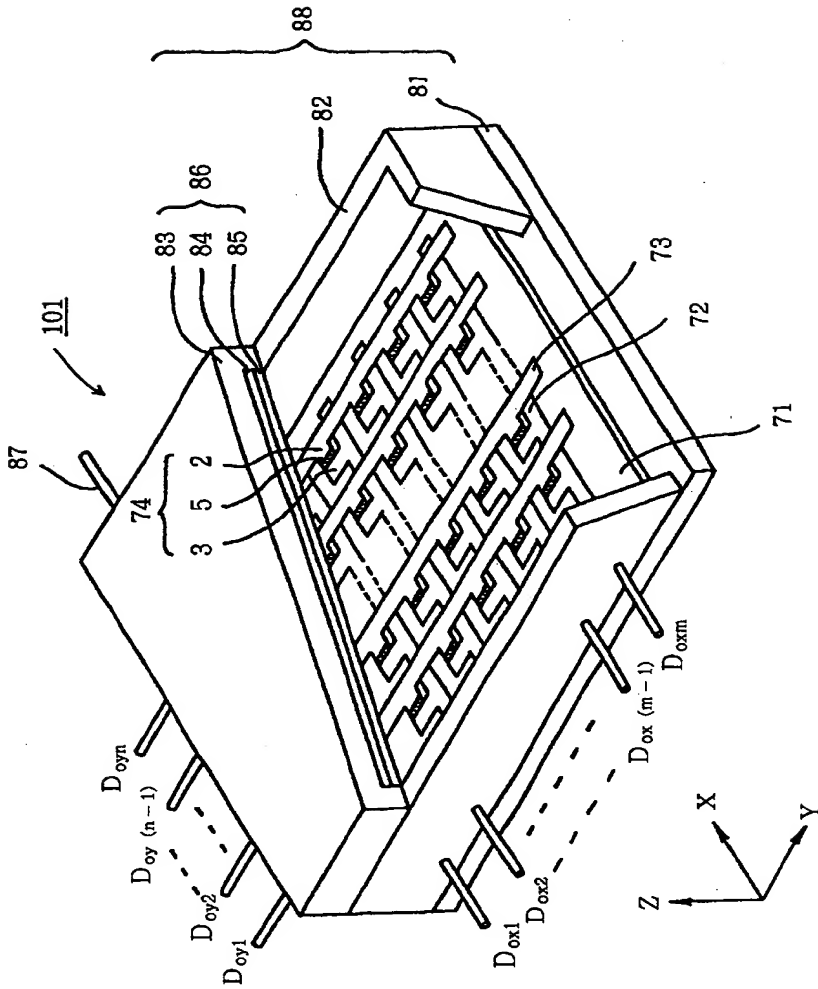
【図5】



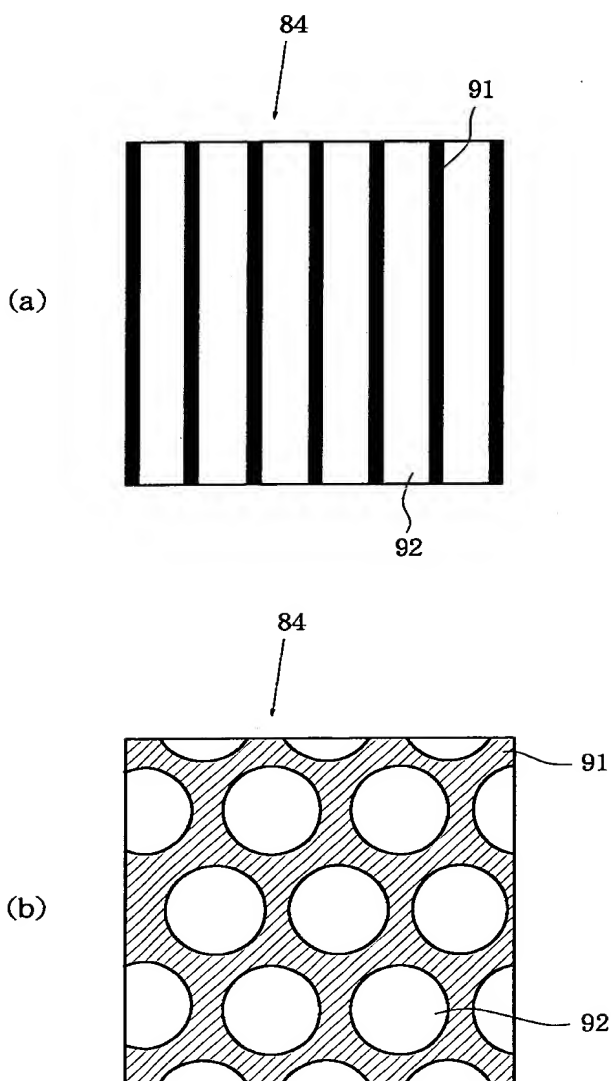
【図 6】



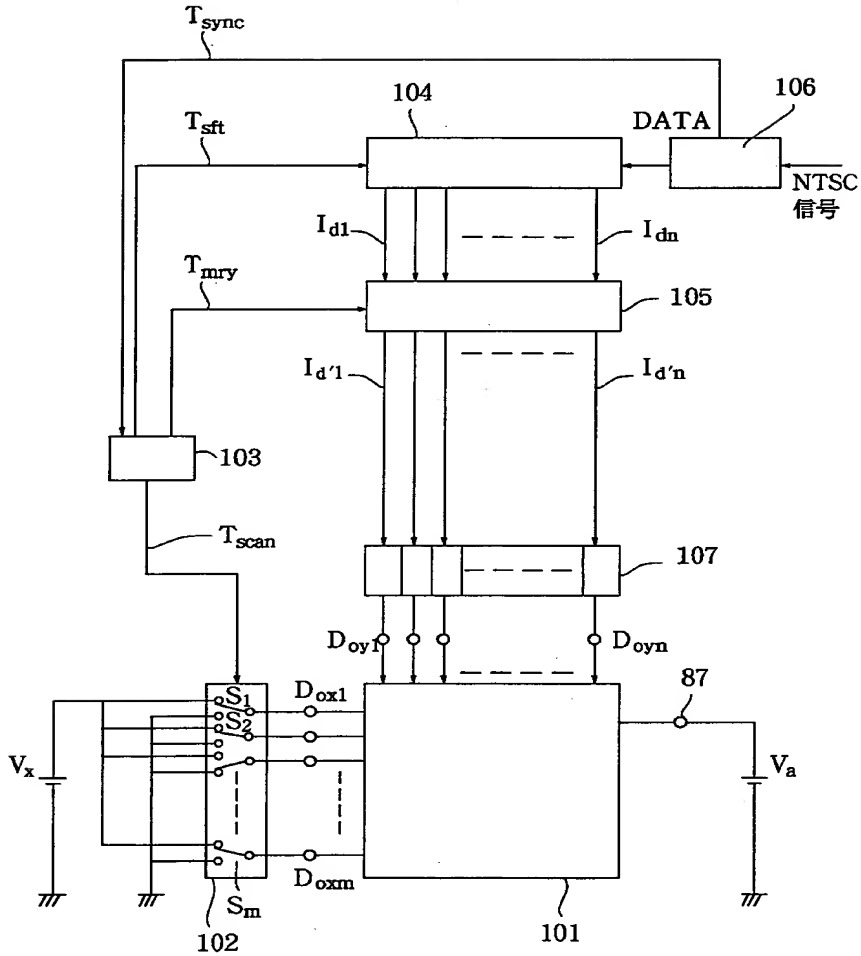
【図 7】



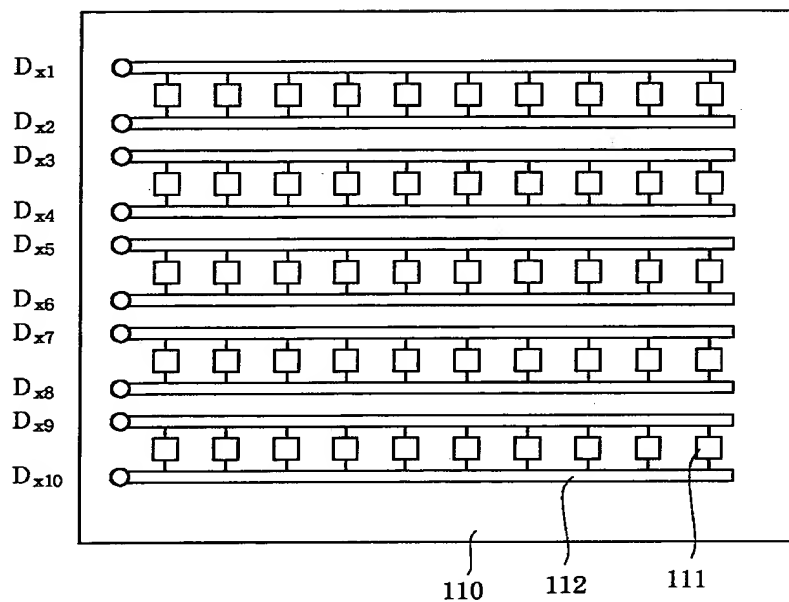
【図 8】



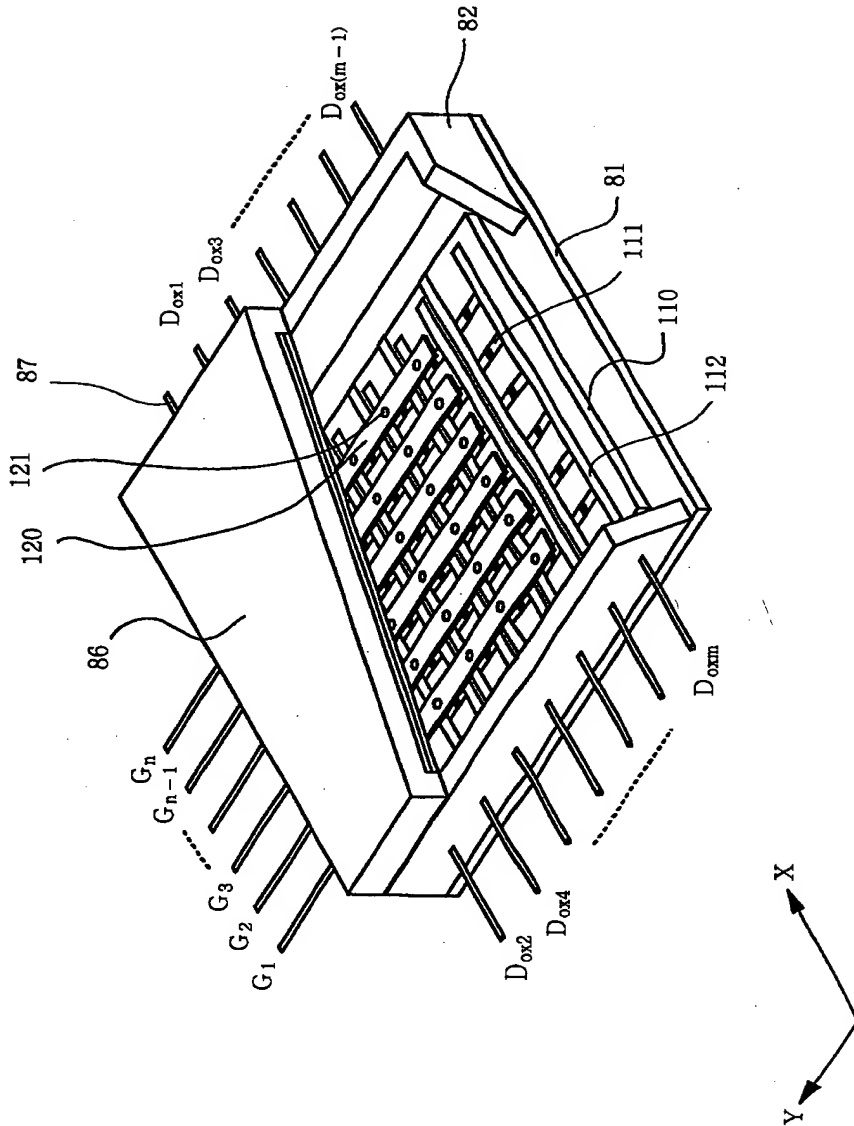
【図 9】



【図 1 0】

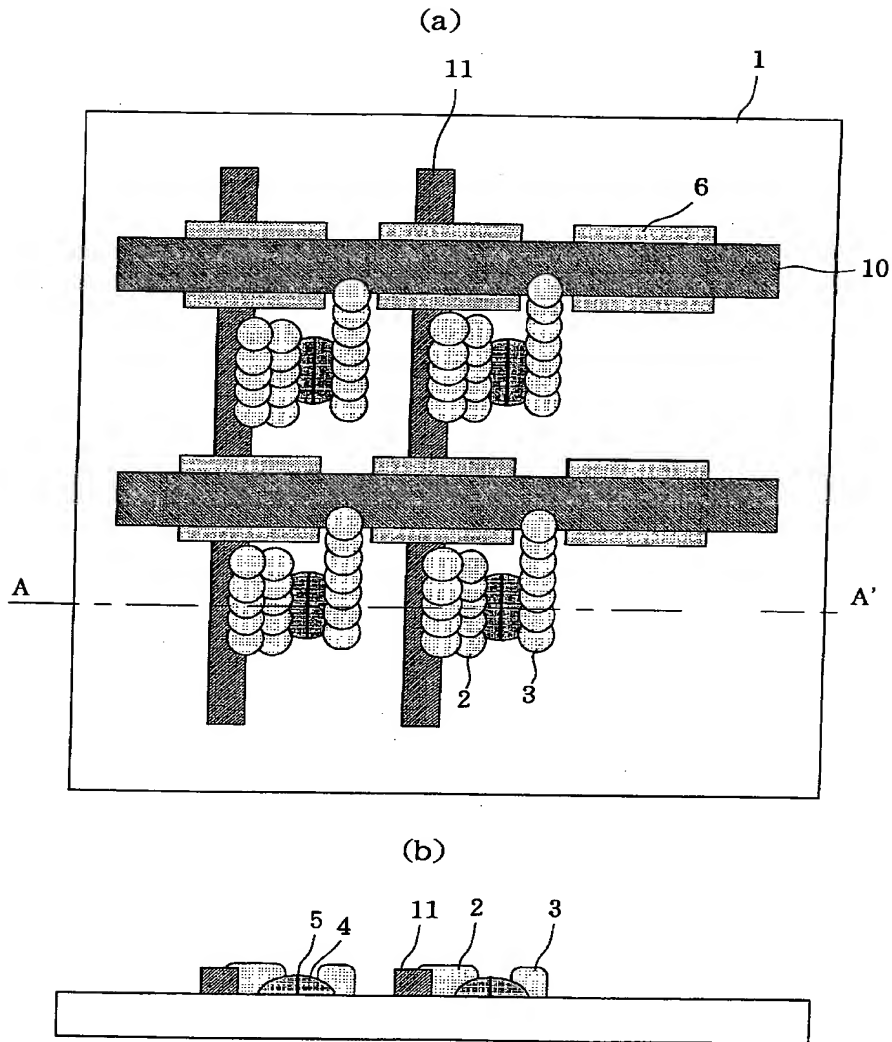


【図 11】

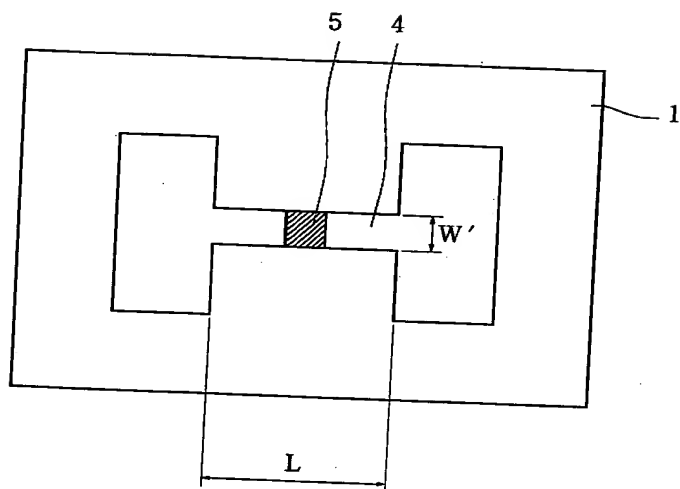




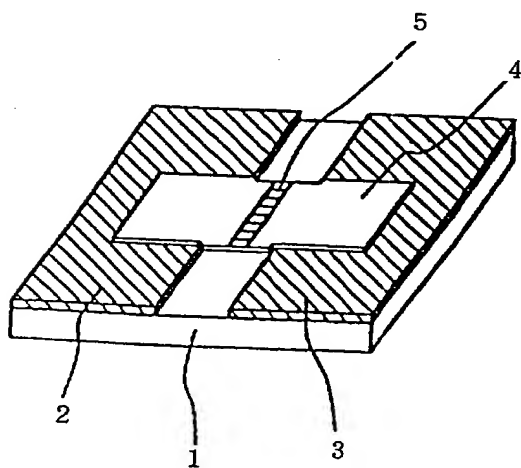
【図 12】



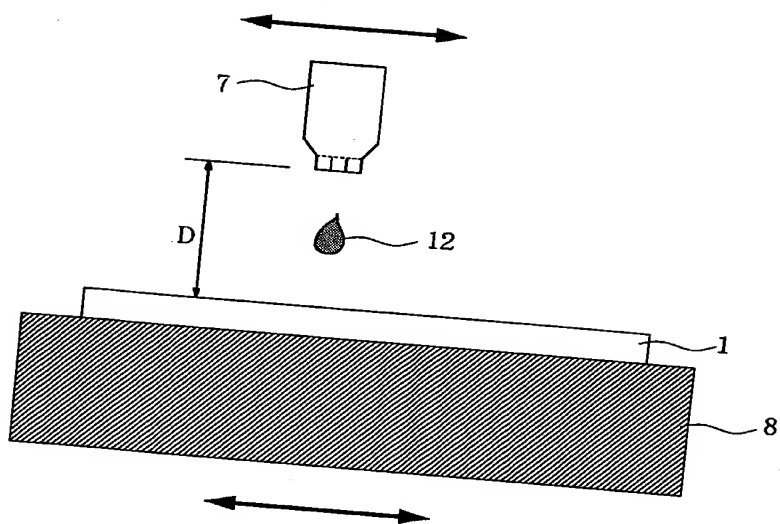
【図13】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大面積に均一に素子電極および導電性膜を低コストでかつ容易に形成して、均一な電子放出素子の新規な構成、並びにそれを用いた電子源、画像形成装置、およびそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 電子放出素子の製造方法が、基板 1 上に一对の素子電極 2, 3 を形成する工程と、素子電極 2, 3 間に導電膜形成材料を含む溶液の液滴 12 を吐出して、これらを連絡する導電性膜 4 を形成する工程と、導電性膜 4 に電子放出部 5 を形成するフォーミング工程とを有しており、液滴付与工程において、基板 1 と液滴吐出口との距離 D を計測し、該計測情報に基づいて吐出補正を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**